

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number 11237649 A

(43) Date of publication of application: 31.08.99

(51) Int. Cl.

G02F 1/137  
G02F 1/1335  
G02F 1/1335

(21) Application number 10039388

(22) Date of filing: 20.02.98

(71) Applicant: SHARP CORP

(72) Inventor  
HIRAKI HAJIME  
UEKI TAKASHI

## (54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND ITS PRODUCTION

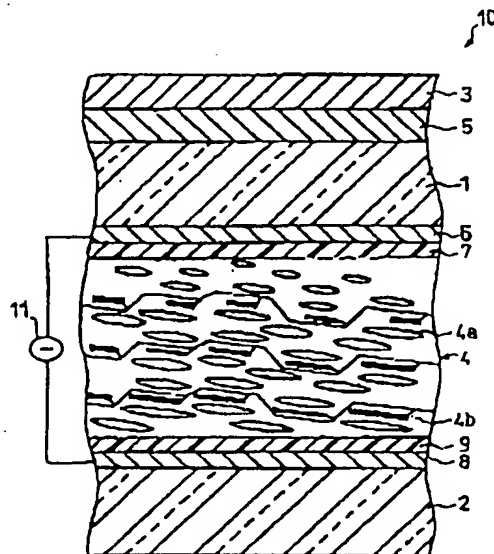
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a reflection type liquid crystal display element of a high contrast ratio which has a liquid crystal composite contg. high polymer liquid crystals and liquid crystals held between insulative substrates and a polarizer and is capable of attaining the compatibility of a good dark state with the bright display in a bright state.

**SOLUTION:** The insulative substrates 1, 2 are arranged apart from each other and a transparent electrode film 6 is formed on the insulative substrate 1. A light reflection film 8 is formed on the insulative substrate 2 and the polarizer 3 is arranged on the side of the insulative substrate 1 distant from the insulative substrate 2. Liquid crystal molecules 4a and a UV curing liquid crystal material are held between the insulative substrates 1 and 2. The liquid crystal molecules 4a and the UV curing liquid crystal material are twist-aligned in the same direction and are then subjected to curing and phase sepn. by irradiation with light in the state of lowering effective retardation by the impression of the voltage capable of inducing Frederics transition, by which the reflection type liquid crystal display element

10 having the liquid crystal composite layer 4 contg. the liquid crystal molecules 4a and the high polymer liquid crystals 4b is obt'd.

COPYRIGHT (C)1999,JPO



(51) Int.Cl.<sup>°</sup>G 0 2 F 1/137  
1/1335

識別記号

5 1 0  
5 2 0

F I

G 0 2 F 1/137  
1/13355 1 0  
5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平10-39388

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月20日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 平木 肇

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 植木 俊

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

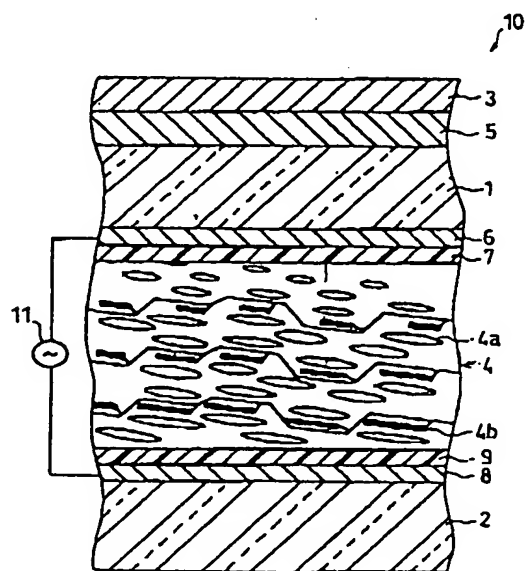
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 絶縁性基板間に挟持された高分子液晶および液晶を含む液晶複合体と、偏光子とを備え、明状態における明るい表示と良好な暗状態とを両立できる高コントラスト比の反射型液晶表示素子およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 絶縁性基板1・2を互いに離間して配置し、絶縁性基板1上に透明電極膜6を形成し、絶縁性基板2上に光反射膜8を形成し、絶縁性基板1における絶縁性基板2から遠い側に偏光子3を配置し、絶縁性基板1・2の間に液晶分子4aおよび紫外線硬化性液晶材料を挟持する。そして、液晶分子4aおよび紫外線硬化性液晶材料を同じ方向にねじれ配向させた後に、フレデリクス転移を起こしうる電圧の印加により実効リタレーションを低下させた状態で光を照射して硬化および相分離させ、液晶分子4aと高分子液晶4bとを含む液晶複合体層4とを備える反射型液晶表示素子10を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに離間して設けられた第1絶縁性基板および第2絶縁性基板と、

第1絶縁性基板上に設けられた透明電極と、

第2絶縁性基板上に設けられた光を反射するための光反射膜と、

第1絶縁性基板の外側に配置された偏光子と、

第1絶縁性基板と第2絶縁性基板との間に挟持された、高分子液晶と液晶とを含む液晶複合体とを備え、

上記高分子液晶が、ねじれ配向させた重合性液晶を、フレデリクス転移を起こしうる電圧を重合性液晶に印加することにより実効リタデーションを低下させた状態にて重合させたものであることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項2】液晶組成物に印加される電圧が、波長500～600nmの光に対する反射率が最小化するように調整されていることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項3】液晶組成物に印加される電圧が、液晶複合体の実効リタデーションが350nm以下となるように調整されていることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項4】液晶組成物に印加される電圧が、0.5～20Vの範囲内であることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項5】偏光子と第1絶縁性基板との間に配置された光学的に一軸性である第1位相差板をさらに備えることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項6】偏光子と第1絶縁性基板との間に配置された250～290nmの範囲内の位相差値を有する第2位相差板と、第2位相差板と第1絶縁性基板との間に配置された115～155nmの範囲内の位相差値を有する第3位相差板とをさらに備えることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子。

【請求項7】第1絶縁性基板と第2絶縁性基板とを互いに離間して設け、

第1絶縁性基板上に透明電極を形成し、

光を反射するための光反射膜を第2絶縁性基板上に形成し、

第1絶縁性基板の外側に偏光子を配置し、

重合性液晶と液晶とを含む液晶組成物を第1絶縁性基板と第2絶縁性基板との間に挟持し、重合性液晶と液晶とを同じ方向にねじれ配向させた後、フレデリクス転移を起こしうる電圧を液晶組成物に印加することにより液晶組成物の実効リタデーションを低下させた状態にて、重合性液晶を重合させることにより液晶から相分離させることを特徴とする反射型液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯情報端末装置、ノート型パーソナルコンピュータ、プロジェクタなどの表示装置に適用される、液晶と高分子液晶とを含む液晶複合体と偏光子を備える光散乱型の反射型液晶表示素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光源としてバックライトを用いない反射型液晶表示素子は、低消費電力駆動を実現できる液晶表示素子として注目されており、活発に研究開発が行われている。

【0003】従来、反射型液晶表示素子として、ホストとなる液晶分子中に二色性色素分子をゲストとして混合し、ねじれ配向させた相転移型ゲストーホスト液晶表示素子が提案されている(S. Mitui, Y. Shimada, et al., Sharp Corp., SID' 92, pp 137-140参照)。相転移型ゲストーホスト液晶表示素子は、偏光子を用いることなく暗表示と明表示とを行うことができ、原理的に明るい表示が可能である。

【0004】暗表示の反射率と明表示の反射率との比であるコントラスト比は、液晶分子中に混入される二色性色素分子の二色性比、液晶分子のオーダーパラメータ、および液晶層のねじれ角に依存し、ねじれ角とコントラスト比との間には強い相関関係がある。しかしながら、ねじれ角の設定によっては、ヒステリシス特性が現れて多階調表示が困難になることがある。このことから、コントラスト比だけを考慮してねじれ角を設定することは難しい。このため、現在のところ、多階調表示が可能な商品位の相転移型ゲストーホスト液晶表示素子を実現しようとすると、コントラスト比の向上には、必ずと限界がある(Washizuka, K. Nakamura, Y. Itoh, N. Kimura, Sharp Corp., AM-LCD' 97, pp 9-12参照)。

【0005】現在までに発表されている相転移型ゲストーホスト液晶表示素子のコントラスト比は、1:1～5:1程度である(H. Ikeda, H. Kanoh, N. Ikeda, et al., NEC Corp., SID' 97, pp 1015-1018参照)。

【0006】また、コントラスト比の向上を実現する反射型表示素子として、一枚の偏光子を用い、液晶層の複屈折を利用した一枚偏光子表示モードの開発が活発化している。一枚偏光子表示モードとしては、液晶層のねじれ角を60°～90°程度としたTN(Twisted Nematic)モード(Chung-Kuang Wai, Chen-Lung Kuo, et al., ERSO/ITRI, Shin-Tson Wu and Chiung-Sheng Wu, Hughes Research Laboratories, ASID' 96, pp 25-28参照)、液晶層のねじれ角を180°以上と

したSTN(Super Twisted Nematic) モードなどが開発されている(H. Yamaguchi, S. Fujita, N. Naito, et al., Matsusita I.CD Division, N. Wakita, Matsusita Display Device Development Center, SID' 97, pp647-650参照)。

【0007】一枚偏光子表示モードの反射型液晶表示素子は、良好な暗状態を実現することが可能であり、10:1程度という高いコントラスト比を実現することが可能である。しかしながら、この反射型液晶表示素子では、偏光子により50%以上の光が吸収されるため、必然的に明状態にて明るい表示を実現することは困難である。

【0008】上述のような現在において主に開発および提案されている2種類の反射型液晶表示素子は、明状態における明るい表示と、良好な暗状態を伴う高コントラスト比という二律背反する2つの要素を満たせるものはない。

【0009】そこで、上述のような高コントラスト比と明るい明状態表示との両立を可能にする技術として、液晶と紫外線硬化性液晶とを相溶させた混合物を用い、ねじれ配向させた後に紫外線硬化性液晶を硬化させた高分子分散型の反射型液晶表示素子が提案されている(T. Sonehara, M. Yazaki, H. Iisaka et al., Seiko-Epson Corp., SID' 97, pp1023-1026参照)。

【0010】この反射型液晶表示素子は、屈折率の異常光成分および常光成分を等しくした液晶分子と紫外線硬化液晶(紫外線硬化性液晶に紫外線を照射して硬化させることにより得られる高分子液晶)とを同じ角度にねじれ配向させた反射型液晶表示素子である。この反射型液晶表示素子では、電圧印加により液晶分子のみが電界方向へ分子の向きを変えることで、液晶分子と紫外線硬化液晶との間に屈折率の不一致が生じ、光散乱が起こる。この光散乱は、特定の方位角方向に強い散乱を持つ異方性散乱であることから、明るい表示が可能となる。

【0011】この反射型液晶表示素子は、電圧を印加していない場合、液晶分子と紫外線硬化液晶との屈折率が等しいため、光散乱を誘起せず、透明な状態になる。このとき、光源から特定方向に光が入射する場合、正反射方向のみに反射が起こる。そのため、観察者は、正反射方向から外れた位置で観察すれば、良好な表示を得ることができる。

【0012】この反射型液晶表示素子は、上述のように特定方向からの入射光が強い照明環境、例えば、一点の光源下やよく暗れた野外などでは、明るく、かつ高コントラスト比の表示を実現することができる。しかしながら、不特定かつランダムな方向から光が入射するような照明環境、例えば、白い壁の室内や曇った日の野外など

では、コントラスト比の低いぼやけた表示となる。

【0013】これに対して、上述のねじれ配向させた高分子分散型液晶表示素子に一枚の偏光子を組み合わせて暗表示を行う反射型液晶表示素子が提案されている。この反射型液晶表示素子では、周囲の照明環境に依存せず、いつでもどこでも良好な表示を実現することができる。

【0014】この反射型液晶表示素子の基本的な原理は、以下の通りである。すなわち、この反射型液晶表示素子では、光入射側に配置された偏光子により直線偏光を入射させ、該直線偏光を位相差板を通して液晶層に入射させるようになっている。そして、位相差板の位相差値は、位相差板と液晶層との合計のリタレーションが光波長の1/4となるように設定されている。これにより、入射した光は、反射面にて反射し、再度液晶層と位相差板を通過して出射側に至ったときには、偏光子の透過軸と90°の角度をなす直線偏光となる。このため、電圧を印加していない場合に、暗状態の表示が可能となる(ノーマリーブラックモード)。

【0015】この反射型液晶表示素子は、周囲の照明環境に左右されることなく、常時、良好なコントラスト比と明るさとの双方を実現できる可能性がある。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この一枚偏光子と位相差板とを用いたねじれ配向型の反射型高分子分散液晶表示素子において、明るい表示と高コントラスト比との両立を実現するためには、以下の2つの課題が存在する。

【0017】まず、第1の課題として、上述のねじれ配向型の反射型高分子分散液晶表示素子にて明るい表示を得るためには、散乱効率の向上を図る必要がある。高分子分散型液晶表示素子の散乱効率は、液晶分子と紫外線硬化液晶との間の屈折率差に大きく依存している。これは、上記のねじれ配向型の反射型液晶表示素子では、電圧を印加することにより液晶分子を電界方向に配向させ、液晶分子の常光屈折率とマトリクス状の紫外線硬化液晶の異常光屈折率との間の不一致を生じさせて光散乱現象を起こすことにより明状態の表示を行うためである。したがって、この明状態において、より明るい表示を実現するためには、液晶分子および紫外線硬化性液晶の屈折率異方性を大きくすることが必要となる。

【0018】次に、第2の課題として、ねじれ配向型の反射型高分子分散液晶表示素子では、位相差板と液晶層との合計のリタレーションが光波長の1/4となるような条件に設定することで暗状態の表示を行うため、波長分散性の少ない良好な暗表示を得るためには、液晶と紫外線硬化液晶とからなる液晶複合体層(以下、液晶・紫外線硬化液晶複合体層と記す)のリタレーションを350nm以下に抑える必要がある。液晶・紫外線硬化液晶複合体層のリタレーションがモーガン限界である350

nmを越えると、入射した光が旋光性を示すため、良好な黒表示（暗表示）を得ることが難しくなる。

【0019】液晶層のリタデーション（ $\Delta n d$ ）は、液晶・紫外線硬化液晶複合体層の屈折率異方性（ $\Delta n$ ）と液晶層の厚み（ $d$ ）との積によって決まる。そのため、リタデーションを低く抑えるためには、液晶・紫外線硬化液晶複合体層の屈折率異方性を小さくするか、あるいは、液晶・紫外線硬化液晶複合体層の厚みを薄くすることが必要である。

【0020】しかしながら、液晶・紫外線硬化液晶複合体層の厚みを薄くすることについては、製造上の歩留まりや製造の容易さといった面から限界がある。また、液晶・紫外線硬化液晶複合体層の厚みを薄くすると、散乱に寄与する層が薄くなるため、明るさの低下につながる。このため、これらの問題を発生させることなく良好な暗状態を得るためには、液晶・紫外線硬化液晶複合体層の屈折率異方性を小さくする必要がある。

【0021】上記のように、明状態において明るい表示を得るためには、液晶および紫外線硬化性液晶の屈折率異方性を大きくすることが必要であるが、良好な暗状態を得るためには、液晶および紫外線硬化性液晶の屈折率異方性を抑えることが必要であり、これらの条件は、互いに二律背反の関係にある。

【0022】そのため、従来のねじれ配向型の反射型高分子分散液晶表示素子では、2つの条件の双方を満たすことができない。すなわち、明状態において明るい表示を得るために屈折率異方性の大きい液晶および紫外線硬化性液晶を用いると、液晶・紫外線硬化液晶複合体層のリタデーションが大きくなるため、偏光子を用いて良好な暗状態を実現することが困難になる。

【0023】なお、特開平7-56145号公報には、光硬化型高分子材料が添加された液晶材料を一对の透明基板間に注入して液晶セルを作製した後、液晶セルに所定電圧を印加しながら紫外線を照射する方法により液晶表示素子を製造する方法が開示されている。

【0024】しかしながら、上記従来の技術は、偏光子を持たない高分子分散型散乱液晶表示素子において、液晶セルの閾値電圧を下げるための技術であり、前述の課題を解決できるものではない。

【0025】また、特開平7-110469号公報には、2枚の基板間に液晶性骨格を有するジアクリレート化合物と液晶とを含有する液晶／高分子複合体形成材料を挟持して配向させた後、液晶／高分子複合体形成材料に電圧を印加しながら、活性光線を照射し、液晶性骨格を有するジアクリレート化合物を重合させることにより液晶表示素子を製造する方法が開示されている。

【0026】しかしながら、上記従来の技術も、偏光子を持たない高分子分散型液晶表示素子において、液晶分子の傾斜配向角を大きくするための技術であり、前述の課題を解決できるものではない。

【0027】本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、絶縁性基板間に挟持された高分子液晶および液晶を含む液晶複合体と、偏光子とを備える反射型液晶表示素子およびその製造方法において、明状態における明るい表示と良好な暗状態とを両立できる高コントラスト比の液晶表示素子およびその製造方法を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】本願発明者等は、明るい明状態表示と良好な暗状態表示との両立を図るべく鋭意検討した結果、液晶と重合性液晶（例えば、紫外線硬化性液晶）とを相溶させた液晶組成物に対し、同じ方向にねじれ配向させた後にフレデリクス転移以上の任意の電圧を印加することによって液晶層の実効リタデーションを抑えた状態とし、この状態で液晶組成物を活性光線（例えば、紫外線）照射等により重合（硬化）および相分離させれば、実効リタデーションが小さい液晶複合体が得られ、上記の課題が解決されることを見出した。

【0029】すなわち、本発明の請求項1記載の反射型液晶表示素子は、上記の課題を解決するために、互いに離間して設けられた第1絶縁性基板および第2絶縁性基板と、第1絶縁性基板上に設けられた透明電極と、第2絶縁性基板上に設けられた光を反射するための光反射膜と、第1絶縁性基板の外側に配置された偏光子と、第1絶縁性基板と第2絶縁性基板との間に挟持された、高分子液晶と液晶とを含む液晶複合体とを備え、上記高分子液晶が、ねじれ配向させた重合性液晶を、フレデリクス転移を起こしうる電圧を重合性液晶に印加することにより実効リタデーションを低下させた状態にて重合させたものであることを特徴としている。

【0030】上記構成によれば、高分子液晶が、液晶組成物の実効リタデーションを低下させた状態で活性光線照射等により重合性液晶を重合させたものであるため、液晶複合体の実効リタデーションが低く抑制される。

【0031】これにより、液晶組成物の実効リタデーションを低く抑えながら、大きな屈折率異方性を持つ液晶および重合性液晶を用いることが可能になる。それゆえ、光入射側に配置された偏光子により暗状態（透過）と明状態（散乱）とを実現する高分子分散型の反射型液晶表示素子において、周囲の照明環境に依存しない良好な暗状態表示と、特定方向への強い散乱とを得ることができる。その結果、従来より相転移型ゲストホスト液晶表示素子や一枚偏光子型液晶表示素子などの反射型液晶表示素子において課題となっていた明るい明状態表示と良好な暗状態表示との両立を実現できる高コントラスト比の反射型液晶表示素子を提供することができる。

【0032】なお、本明細書において、「実効リタデーション」とは、電圧を印加した際の光学的に実効的なリタデーション値を指すものとする。また、本明細書において単に「液晶」と記すものは、低分子液晶を指すもの

とする。

【0033】本発明の請求項2記載の反射型液晶表示素子は、上記の課題を解決するために、請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、液晶組成物に印加される電圧が、波長500～600nmの光に対する反射率が最小化するように調整されていることを特徴としている。

【0034】上記構成によれば、液晶組成物に印加される電圧が、可視光領域（波長380nm～780nm）の中で人間の眼の視感度が相対的に高い波長領域である波長500～600nmの光（緑色光）に対する反射率が最小化するように調整されているため、人間の眼に対してより暗く感じさせることが可能となり、より良好な暗表示を実現できる。従って、反射型液晶表示素子のコントラストをさらに向上できる。

【0035】なお、波長500～600nmの光以外の可視光、すなわち、波長380～500nmの光および波長600～780nmの光は、人間の眼の視感度が相対的に低くなる。そのため、波長500～600nmの光以外の可視光の反射率を最小にすると、波長500～600nmの波長領域の光の反射率が高くなってしまい、良好な暗状態を実現できなくなる。

【0036】本発明の請求項3記載の反射型液晶表示素子は、上記の課題を解決するために、請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、液晶組成物に印加される電圧が、液晶複合体の実効リタレーションが350nm以下となるように調整されていることを特徴としている。

【0037】上記構成によれば、液晶組成物への印加電圧が、液晶複合体の実効リタレーションがモーガン限界である350nm以下となるように調整されているので、入射光が旋光性を示すことを回避でき、良好な暗状態表示を得ることができる。

【0038】本発明の請求項4記載の反射型液晶表示素子は、上記の課題を解決するために、請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、液晶組成物に印加される電圧が、0.5～20Vの範囲内であることを特徴としている。

【0039】上記構成によれば、液晶組成物にフレデリクス転移を生じさせて配向状態を変化させることができる。これにより、実効リタレーションを低下させることができる。したがって、明るい明状態表示と良好な暗状態表示とをより確実に両立でき、コントラスト比をより確実に向上できる。

【0040】本発明の請求項5記載の反射型液晶表示素子は、上記の課題を解決するために、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子において、偏光子と第1絶縁性基板との間に配置された光学的に一軸性である第1位相差板をさらに備えることを特徴としている。

【0041】上記構成によれば、偏光子を通過することで直線偏光となって入射した光が、一軸性の第1位相差板と、高分子液晶および液晶を含む液晶複合体とを通過することで円偏光となった後、光反射膜によって反射される。反射された光は、再度高分子液晶および液晶を含む液晶複合体と、一軸性の第1位相差板とを通過することで偏光子の透過軸と90°の角度をなす偏波面を持つ直線偏光となる。この直線偏光は、偏光子を通過しないため、より良好な暗表示を実現できる。

【0042】本発明の請求項6記載の反射型液晶表示素子は、上記の課題を解決するために、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子において、偏光子と第1絶縁性基板との間に配置された250～290nmの範囲内の位相差値を有する第2位相差板と、第2位相差板と第1絶縁性基板との間に配置された115～155nmの範囲内の位相差値を有する第3位相差板とをさらに備えることを特徴としている。

【0043】上記構成によれば、偏光子を通して入射した直線偏光は、 $\lambda/2$ 板である第2位相差板と $\lambda/4$ 板である第3位相差板とを通過することで各波長毎に異なる偏波面をもつ直線偏光となる。そして、反射型液晶表示素子は、液晶複合体層がねじれ配向している中心付近に直線偏光を入射するようにすれば、散乱効率が最も良くなる。それゆえ、光の利用効率が高く、明るい表示が可能となる。

【0044】なお、第2位相差板の位相差値が250～290nmの範囲外である場合には、 $\lambda/4$ 条件を満たさないため、要求される性能を発揮できない。また、第3位相差板の位相差値が115～155nmの範囲外である場合には、 $\lambda/4$ 条件を満たさないため、要求される性能を発揮できない。

【0045】本発明の請求項7記載の反射型液晶表示素子の製造方法は、上記の課題を解決するために、第1絶縁性基板と第2絶縁性基板とを互いに離間して設け、第1絶縁性基板上に透明電極を形成し、光を反射するための光反射膜を第2絶縁性基板上に形成し、第1絶縁性基板の外側に偏光子を配置し、重合性液晶と液晶とを含む液晶組成物を第1絶縁性基板と第2絶縁性基板との間に挟持し、重合性液晶と液晶とを同じ方向にねじれ配向させた後、フレデリクス転移を起こしうる電圧を液晶組成物に印加することにより液晶組成物の実効リタレーションを低下させた状態にて、重合性液晶を重合させることにより液晶から相分離させることを特徴としている。

【0046】上記方法によれば、液晶分子および紫外線硬化性液晶分子に対してフレデリクス転移以上の任意の電圧を印加するので、液晶分子および紫外線硬化性液晶分子は、分子配向が電界方向へ変化し、任意の角度で電界方向へブレチルトする。これにより、液晶組成物の実効的な屈折率異方性が液晶組成物の本来の屈折率異方性から低下し、液晶組成物の実効リタレーションが液晶組



成物の本来のリタデーションから任意の値まで低下する。そして、上記方法によれば、液晶組成物の実効リタデーションが低下した状態で活性光線照射等により重合性液晶を重合させて液晶分子から相分離させるので、実効リタデーションが小さい液晶複合体が形成される。

【0047】これにより、大きな屈折率異方性を持つ液晶および重合性液晶を用いて実効リタデーションが低い液晶複合体を有する反射型液晶表示素子を製造することが可能になる。それゆえ、光入射側に配置された偏光子により暗状態（透過）と明状態（散乱）とを実現する高分子分散型の反射型液晶表示素子において、周囲の照明環境に依存しない良好な暗状態表示と特定方向への強い散乱とを得ることができる。その結果、明るい明状態表示と良好な暗状態表示との両立を実現できる高コントラスト比の反射型液晶表示素子を製造することができる。

【0048】

【発明の実施の形態】 【実施の形態1】本発明の実施の一形態について図1ないし図8、および図16に基づいて説明すれば、以下の通りである。図1に示すように、本発明の実施の一形態に係る光散乱型の反射型液晶表示素子10は、透明なガラス板や高分子フィルムなどの光学的に等方性の材料からなる絶縁性基板（第1絶縁性基板）1を有し、その光入射側（観察者側）には、直線偏光を絶縁性基板1に入射させるための偏光子3が配置されている。

【0049】偏光子3と絶縁性基板1との間には、位相差板（第1位相差板）5が挿入されている。位相差板5は、520nmのリタデーションを有する光学的に一軸性の光学フィルムである。また、位相差板5は、図2に示すように、その透軸が偏光子3の透過軸に対して+74°の角度をなすように配置されている。なお、偏光子3の透過軸に対する角度は、光の入射側（観察者側）から見て反時計回りを+、時計回りを-とする。

【0050】絶縁性基板1における位相差板5側と反対側の面上には、ITO（Indium Tin Oxide）膜などからなる透明電極膜（透明電極）6が形成されている。また、透明電極膜6における絶縁性基板1側と反対側の面上には、ラビング処理されたポリイミド膜などの高分子からなる配向膜7が形成されている。配向膜7のラビングによる配向処理は、図2に示すように、液晶分子（液晶）4aおよび高分子液晶4bの配向方向（絶縁性基板1のラビング方向）が偏光子3の透過軸に対して-34°となるように行われる。

【0051】この絶縁性基板1に対向する側には、透明なガラス板や高分子フィルムなどの光学的に等方性の材料からなる絶縁性基板（第2絶縁性基板）2が、絶縁性基板1から離間して絶縁性基板1と平行に配置されている。絶縁性基板2における絶縁性基板1に対向する側の面上には、Alなどの金属からなる光反射膜8が、その表面が鏡面となるように形成されている。この絶縁性基

板2上に形成された光反射膜8は、反射型液晶表示素子10を駆動するための電極を兼ねている。

【0052】この光反射膜8における絶縁性基板1に対向する側の面上には、ラビング処理が施されたポリイミド等の高分子からなる配向膜9が形成されている。配向膜9のラビング処理は、図2に示すように、液晶分子4aおよび高分子液晶4bの配向方向（絶縁性基板2のラビング方向）が偏光子3の透過軸に対して+6°となるように行われる。

【0053】絶縁性基板1と絶縁性基板2の間には、液晶分子4aとマトリックス状の高分子液晶4bとからなる液晶複合体層（液晶複合体）4が形成されている。液晶分子4aおよび高分子液晶4bは、絶縁性基板1および2に対してチルトしながら、左巻き（反時計回り）に40°ねじれた配向となっている。

【0054】高分子液晶4bとしては、重合性液晶を重合することにより得られるものであれば、特に限定されるものではないが、ここでは、紫外線硬化性液晶材料を紫外線等の活性光線の照射により光硬化させることにより得られる硬化物（紫外線硬化液晶）を用いている。高分子液晶4bとして紫外線硬化液晶を用いることにより、重合性液晶の重合を行う際に加熱を行う必要がなくなり、他の部材への悪影響を防止できる。

【0055】位相差板5と液晶複合体層4との合計のリタデーションは、光波長の1/4となるように設定されている。これにより、液晶複合体層4に電圧が印加されていないときには、位相差板5に入射した直線偏光が、光反射膜8にて反射された後に位相差板5から出射するときに入射光に対して90度偏波面が回転した直線偏光となり、暗状態の表示が可能となる。一方、液晶複合体層4に駆動電圧が印加されたときには、偏光子3および位相差板5を通過した入射光は、液晶複合体層4にて散乱された後に再び位相差板5を通過し出射する際に、偏光子の透過軸と平行な偏波面の散乱光が通過し、明表示が可能となる。

【0056】次に、本実施の形態に係る反射型液晶表示素子10の作製方法を示す。まず、光学的に等方な透明の絶縁性基板1上に、ITO（Indium Tin Oxide）膜などからなる透明電極膜6を形成する。次に、ポリイミド膜などからなる配向膜7を形成した後、配向膜7のラビングによる配向処理を行う。

【0057】その後、絶縁性基板1に対向するように配置した絶縁性基板2上に、Alからなる鏡面性の光反射膜8を形成する。さらに、光反射膜8上に、ポリイミドなどからなる配向膜9を形成した後、配向膜9のラビング処理を行う。次いで、この絶縁性基板1および2を、セルギャップが4.5μmとなるようにシール材（図示しない）を介して貼り合わせる。

【0058】その後、紫外線硬化性液晶材料と液晶分子4aとを相溶させた液晶相を示す液晶組成物を、真空注



入法を用いて絶縁性基板1および2の隙間に注入し、図2に示すように、液晶分子4aおよび高分子液晶4bをねじれ角(ツイスト角)が $40^\circ$ となるように反時計回りにねじれ配向させる。

【0059】上記の液晶組成物としては、例えば、紫外線硬化性液晶材料(大日本インキ化学工業株式会社製:商品名“Mixture C”)と液晶(メルク社製:商品名“MS93392”、 $\Delta n=0.124$ )とを10:90の重量比にて混合した混合物に対して少量の重合開始剤(チバ・ガイギー社製)を添加することによって得られた、常温でネマティック液晶相を示す液晶組成物を用いることができる。この液晶組成物の注入時点におけるリタレーション値は、約550nmである。

【0060】上記の液晶組成物に対し、このまま電圧印加を行わずに、光照射により紫外線硬化性液晶材料を硬化させて液晶分子4aから相分離させ、液晶複合層4を形成した場合、図16に示す反射型液晶表示素子20が得られる。

【0061】反射型液晶表示素子20の液晶複合層4は、液晶分子4aと高分子液晶4bとが絶縁性基板1および2に対して平行な面に沿って $40^\circ$ ねじれた配向となっており、液晶複合層4のリタレーション値は、注入時点と同じ約550nmのままである。このため、前述のように、モーガン限界の条件により偏光子3および位相差板5を通して入射した光が旋光性を示し、良好な暗表示が難しくなる。

【0062】そこで、本発明に係る反射型液晶表示素子10の作製方法では、液晶組成物に対して、フレデリクス転移を起こしうる電圧、好ましくは0.5~20Vの範囲内の電圧を印加した状態で光照射を行うようになっている。

【0063】具体的には、液晶分子4aおよび高分子液晶4bをねじれ配向させた後、光照射を行う前に、電源11から透明電極膜6および光反射膜8を介して60Hzの交流にて実効電圧2.3Vを液晶組成物に印加する。これにより、液晶組成物は、紫外線硬化性液晶材料および液晶分子4aの分子配向が電界方向へ変化した状態、すなわち、液晶組成物の実効リタレーションが低下した状態となる。このとき、液晶分子4aと紫外線硬化性液晶材料とを電界方向に沿って配向させるには、紫外線硬化性液晶材料として適当な材料を選択し、液晶分子4aと紫外線硬化性液晶材料とを相溶させる比率を最適化するとよい。

【0064】次に、電圧印加を継続して液晶組成物の実効リタレーションが低下した状態を維持したまま、液晶組成物に対し絶縁性基板1側から $3\text{mW}/\text{cm}^2$ の照度にて600秒間紫外線露光を行う。これにより、紫外線硬化性液晶材料が電界方向に沿って配向した状態にて硬化し、液晶分子4aから相分離する。光硬化して液晶分子4aから相分離した紫外線硬化性液晶材料は、高分子

液晶4bとしてマトリクス状に固定化される。そして、高分子液晶4bの周囲の液晶分子4aも、マトリクス化した高分子液晶4bの配向規制力により、高分子液晶4bの配向方向に沿って配向した状態で保持される。この結果、液晶組成物の分子配向が電界方向へ変化した状態で液晶複合層4が形成される。これにより、液晶複合層4の実効リタレーションを液晶組成物より低い350nm程度にすることができる。

【0065】最後に、図2に示す光学的配置となるように、光学的に $\lambda/2$ 軸性の位相差板5を、絶縁性基板1における光入射側の面(透明電極膜6側と反対側の面)に貼り付けるとともに、偏光子3を位相差板5における光入射側の面(絶縁性基板1側と反対側の面)に貼り付ける。これにより、反射型液晶表示素子10が完成する。

【0066】次に、反射型液晶表示素子10において良好な暗状態を得るために、液晶分子4aと紫外線硬化性液晶材料とを相溶させた液晶組成物に対して印加する電圧をどのように調整すればよいかを検討した。

【0067】まず、反射型液晶表示素子10において、光照射によって紫外線硬化性液晶材料の重合を行う際に液晶組成物に印加する電圧(60Hz交流)を変化させたときの反射率の変化(電圧-反射率カーブ)をシミュレーションした。得られた結果を図3に示す。なお、図3に示す反射率は、波長550nmの入射光に対する反射光(観察者側から入射した光が反射面にて反射され再度偏光子3を通過して出射する光)の割合である。

【0068】図3の結果より、2.3Vの実効電圧を印加した状態で紫外線硬化性液晶材料を重合させれば、550nmの波長の光に対する反射率を最小化できることが分かる。したがって、紫外線硬化性液晶材料の重合時に液晶組成物に印加する電圧(実効電圧)を、2.3Vに調整するとよい。

【0069】また、紫外線硬化性液晶材料の重合時に液晶組成物に印加する電圧(実効電圧)を2.3Vにすると、液晶複合層4の実効リタレーションを350nmにすることができる。したがって、液晶複合層4の実効リタレーションを350nm以下にするには、紫外線硬化性液晶材料の重合時に液晶組成物に印加する電圧(実効電圧)を2.3V以上にすればよい。

【0070】以上のことから、紫外線硬化性液晶材料の重合時に液晶組成物に印加する電圧(実効電圧)は、2.3~3.1Vの範囲内であることが望ましい。これにより、液晶複合層4の実効リタレーションを350nm以下にするとともに、550nmの波長の光に対する反射率を抑制できる。

【0071】なお、反射型液晶表示素子10における偏光子3および位相差板5は、液晶複合層4の実効リタレーションが350nmになったときに500nm~600nm付近の波長領域の光の反射率、すなわち、入射光に対する反射光(観察者側から入射した光が反射面に

て反射され再度偏光子3を通過して出射する光)の割合を抑制できるように構成されている。

【0072】次に、液晶組成物に電圧を印加せず硬化および相分離を行うことにより作製した以外は反射型液晶表示素子10と同一の構成を有する反射型液晶表示素子20と、液晶組成物に2.3Vの実効電圧を印加した状態で硬化および相分離を行うことにより作製した反射型液晶表示素子10との間で、暗状態での反射分光特性を比較した。得られた結果を図4に示す。

【0073】図4の結果より、2.3Vの電圧を印加しながら硬化および相分離を行った方が、人間の眼における視感度が相対的に高い波長領域である500nm~600nmの波長の光に対する反射率を低く抑えることができ、より良好な暗状態を実現できることが分かる。したがって、液晶組成物に2.3Vの実効電圧を印加した状態で光重合させて作製した反射型液晶表示素子10では、500nm~600nm付近の反射が抑制され、良好な暗状態が実現されることが考えられる。

【0074】次に、反射型液晶表示素子10の電気光学特性を、図5に示すように、測定用光源である投光器12および受光器13等からなる測定システムによって測定した。

【0075】投光器12は、反射型液晶表示素子10に垂直な平面内で入射角(投光器12からの入射光の角度)  $\alpha$  を変化しうるように設けられている。また、受光器13は、受光器13の受光角(受光器13の極角方向の角度)  $\beta$  が投光器12の入射角  $\alpha$  が変化しうる平面と同一の平面内で変化しうるように設けられている。また、反射型液晶表示素子10は、測定用の台(図示しない)上に載置され、方位角  $\gamma$  の方向に沿って回転可能となっている。

【0076】まず、上記の測定システムを用い、最も散乱の大きな方位角  $\gamma$  を  $0^\circ$  とし、入射角  $\alpha$  を  $-30^\circ$  に固定し、かつ受光角  $\beta$  を  $16^\circ$  に固定した状態で、反射型液晶表示素子10の方位角方向の反射ゲイン(酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射輝度を1としたときの相対反射輝度)特性を測定した。ここでは、反射型液晶表示素子10の駆動電圧として、交流60Hzにて実効電圧7Vを液晶複合体層4に印加した。得られた結果を図6に示す。

【0077】この結果から、反射型液晶表示素子10は、液晶複合体層4のラビング角度の中心から  $90^\circ$  回転した方向に入射した光に対して強い散乱を示す電気光学特性を持っていることが分かる。

【0078】次に、上記の測定システムを用い、入射角  $\alpha$  を  $-30^\circ$  に固定し、かつ、反射型液晶表示素子10の方位角  $\gamma$  を  $0^\circ$  に固定した状態にて、受光角  $\beta$  を変化させながら反射型液晶表示素子10の反射ゲイン(酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射輝度を1としたときの相対反射輝度)の変化を測定した。ここでは、反

射型液晶表示素子10の駆動電圧として、交流60Hzにて実効電圧7Vを液晶複合体層4に印加した。得られた結果を図7に示す。この結果から、反射型液晶表示素子10では、受光角  $\beta$  が約  $16^\circ$  のときに、反射ゲインが極大となり、最も明るい状態が得られることが分かる。

【0079】さらに、上記の測定システムを用い、入射角  $\alpha$  を  $-30^\circ$  に固定し、反射型液晶表示素子10の方位角  $\gamma$  を  $0^\circ$  とし、かつ、受光角  $\beta$  を最も明るい  $16^\circ$  に固定した状態で、反射型液晶表示素子10の電圧変化に対する反射ゲインの変化(電圧-反射ゲインカーブ)を測定した。ここでは、反射型液晶表示素子10の駆動電圧として、60Hzの交流電圧を液晶複合体層4に印加した。得られた結果を図8に示す。

【0080】この結果から、反射型液晶表示素子10の反射ゲインは、約2Vで立ち上がり、約7Vで最大となっており、現在用いられている反射型液晶表示素子の駆動条件に非常に適した特性を持っていることが分かる。また、このように反射型液晶表示素子10をスタティック駆動することにより、明状態での明るさ(酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射光量を100%とする)約120%、コントラスト比10:1を実現することができた。

【0081】一般に、反射型液晶表示素子の明状態での明るさは、光吸収型カラーフィルタを用いると、その透過率および開口率に従って低下する。しかしながら、反射型液晶表示素子10の場合には、透過率45%、開口率85%のカラーフィルタを用いてカラー表示を行った場合でも、明状態での明るさ(酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射光量を100%とする)46%、コントラスト比10:1を実現することができた。

【0082】なお、本実施形態では、光学的に1軸性の位相差板5を絶縁性基板1と絶縁性基板2との間に配置していたが、位相差板5に代えて光学的に2軸性の位相差板を絶縁性基板1と絶縁性基板2との間に配置してもよい。

【0083】〔実施の形態2〕本発明の他の実施形態について図9ないし図15に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、説明の便宜上、前記実施の形態1にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0084】図9に示すように、本発明の他の実施形態に係る反射型液晶表示素子30は、偏光子3と絶縁性基板1との間に、位相差板5に代えて位相差板14(第2位相差板)および位相差板15(第3位相差板)を備える以外は、実施の形態1で述べた反射型液晶表示素子10と同一の構成を有している。

【0085】位相差板14は、波長540nmの光の  $1/2$  波長に等しい位相差値270nmを有する位相差板である。位相差板15は、波長540nmの光の  $1/4$

波長に等しい位相差値135nmを有する位相差板であり、位相差板14と絶縁性基板1との間に設けられている。

【0086】また、偏光子3、位相差板14、位相差板15、および液晶複合体層4は、図10に示す光学的配置となるように配置されている。偏光子3の吸収軸に対する位相差板14の遅相軸の方位角を $\theta$ とすると、位相差板15は、偏光子3の透過軸に対する位相差板15の遅相軸の方位角が $2\theta + 90^\circ$ となるように配置されている。位相差板14は、その遅相軸の角度が偏光子3の透過軸に対して $+18^\circ$ となるように配置され、位相差板15は、その遅相軸の角度が偏光子3の透過軸に対して $+126^\circ$ となるように配置されている。

【0087】反射型液晶表示素子30では、偏光子3を通して入射した直線偏光は、2枚の位相差板14・15を通過することで各波長に異なる偏波面をもつ直線偏光となる。反射型液晶表示素子30は、液晶複合体層4のねじれ配向角の中心付近に直線偏光を入射することが最も散乱効率がよく、明るい表示が可能となる。そのため、偏光子3および2枚の位相差板14・15を通過させて直線偏光を入射する本実施の形態の構成は、光の利用効率が高く、明るい表示が可能である。

【0088】反射型液晶表示素子30における偏光子3および位相差板14・15の構成は、液晶複合体層4のリタレーションが350nmになったときに、500nm～600nm付近の波長に対して最も反射率が低くなるよう設計されている。

【0089】なお、反射型液晶表示素子30の作製方法は、位相差板5に代えて位相差板14・15を絶縁性基板1の透明電極膜6側と反対側の面に貼り付ける以外は、実施の形態1と同様である。

【0090】反射型液晶表示素子30において、光照射によって紫外線硬化性液晶材料の重合を行う際に液晶組成物に印加する電圧（60Hz交流）を変化させたときの反射率の変化（電圧－反射率カーブ）を調べた。得られた結果を図11に示す。なお、反射率は、波長550nmの入射光に対する反射光（入射した光が反射面にて反射され再度偏光子3を通過して出射する光）の割合である。

【0091】この結果から、光重合前の液晶分子4aと紫外線硬化性液晶材料とを相溶させた液晶組成物に対して60Hzの交流で電圧を印加する場合、印加電圧（実効電圧）が1.5～3.1Vの範囲内であれば波長550nmの光の反射率を抑制でき、印加電圧（実効電圧）が2.2Vのときに波長550nmの光の反射率を最も低く抑制することができることが分かる。

【0092】液晶組成物に電圧を印加せずに硬化および相分離を行うことにより作製した以外は反射型液晶表示素子30と同一の構成を有する反射型液晶表示素子（図示しない）と、液晶組成物に2.5Vの実効電圧を印加

した状態で硬化および相分離を行うことにより作製した反射型液晶表示素子30との間で、暗状態での反射分光特性を比較した。得られた結果を図12に示す。

【0093】図12の結果から、2.5Vの実効電圧を印加しながら光硬化・相分離をした反射型液晶表示素子30の方が、500nm～600nm付近の反射が低く抑制され、良好な暗状態が実現されていることが分かる。

【0094】次に、反射型液晶表示素子30の電気光学特性を、実施の形態1で述べた図5に示す測定システムによって測定した。まず、上記の測定システムを用い、最も散乱の大きな方位角 $c$ を $0^\circ$ とし、入射角 $a$ を $-30^\circ$ に固定し、かつ受光角 $b$ を $16^\circ$ に固定した状態で、反射型液晶表示素子30の方位角方向の反射ゲイン（酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射輝度を1としたときの相対反射輝度）特性を測定した。ここでは、反射型液晶表示素子30の駆動電圧として、交流60Hzにて実効電圧7Vを液晶複合体層4に印加した。得られた結果を図13に示す。

【0095】この結果から、反射型液晶表示素子30は、液晶複合体層4のラビング角度の中心から $90^\circ$ 回転した方向に入射した光に対して強い散乱を示す電気光学特性を持っていることが分かる。

【0096】次に、図5に示す測定システムを用い、入射角 $a$ を $-30^\circ$ に固定し、かつ、反射型液晶表示素子30の方位角 $c$ を $0^\circ$ に固定した状態にて、受光角 $b$ を変化させながら反射型液晶表示素子30の反射ゲイン（酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射輝度を1としたときの相対反射輝度）の変化を測定した。ここでは、反射型液晶表示素子30の駆動電圧として、交流60Hzにて実効電圧7Vを液晶複合体層4に印加した。得られた結果を図14に示す。この結果から、反射型液晶表示素子30では、受光角 $b$ が約 $16^\circ$ のときに、反射ゲインが極大となり、最も明るい状態が得られることが分かる。

【0097】さらに、図5に示す測定システムを用い、入射角 $a$ を $-30^\circ$ に固定し、反射型液晶表示素子30の方位角 $c$ を $0^\circ$ とし、かつ、受光角 $b$ を最も明るい $16^\circ$ に固定した状態で、反射型液晶表示素子30の電圧変化に対する反射ゲインの変化（電圧－反射ゲインカーブ）を測定した。ここでは、反射型液晶表示素子30の駆動電圧として、60Hzの交流電圧を液晶複合体層4に印加した。得られた結果を図15に示す。

【0098】このように反射型液晶表示素子30をスタティック駆動することにより、明状態での明るさ（酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射光量を100%とする）約140%、コントラスト比8:1を実現することができた。

【0099】一般に、反射型液晶表示素子の明状態での明るさは、光吸収型カラーフィルタを用いると、その透

通率および開口率に従って低下する。しかしながら、反射型液晶表示素子30の場合には、透過率45%、開口率85%のカラーフィルタを用いてカラー表示を行った場合でも、明状態での明るさ(酸化マグネシウムからなる標準白色板の反射光量を100%とする)53%、コントラスト比8:1を実現することができた。

【0100】なお、以上の実施形態では、スタティック駆動タイプの反射型液晶表示素子について説明したが、本発明は、TFT(Thin Film Transistor)などのアクティブ駆動素子を用いたアクティブマトリクス型液晶表示素子にも適用可能である。本発明の反射型液晶表示素子は、図4で示した電圧-反射率特性から考えると、特に、TFTを用いたアクティブマトリクス型液晶表示素子の駆動条件に最適な特性を有している。

【0101】また、本発明に係る反射型液晶表示素子10または30では、カラー表示を行うために、絶縁性基板1と液晶複合体層4との間にカラーフィルタ、例えば、R(赤)G(緑)B(青)3原色の光吸収型色分離フィルタを設けてもよい。

【0102】さらに、本発明に係る反射型液晶表示素子10または30において、カラー表示を行うために、光反射膜8として、特定色を選択的に反射するミラー、例えば、RGB3原色の選択反射色分離ミラー(ダイクロイックミラー)を用いてもよい。

【0103】

【発明の効果】本発明の請求項1記載の反射型液晶表示素子は、以上のように、互いに離間して設けられた第1絶縁性基板および第2絶縁性基板と、第1絶縁性基板上に設けられた透明電極と、第2絶縁性基板上に設けられた光を反射するための光反射膜と、第1絶縁性基板の外側に配置された偏光子と、第1絶縁性基板と第2絶縁性基板との間に挟持された、高分子液晶と液晶とを含む液晶複合体とを備え、上記高分子液晶が、ねじれ配向させた重合性液晶を、フレデリクス転移を起こしうる電圧を重合性液晶に印加することにより実効リタデーションを低下させた状態にて重合させたものである構成である。

【0104】上記構成では、大きな屈折率異方性を持つ液晶および重合性液晶を用いても、液晶組成物の実効リタデーションを低く抑えることができる。それゆえ、上記構成は、明るい明状態表示と良好な暗状態表示との両立を実現できる高コントラスト比の反射型液晶表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0105】本発明の請求項2記載の反射型液晶表示素子は、以上のように、請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、液晶組成物に印加される電圧が、波長500~600nmの光に対する反射率が最小化するように調整されている構成である。それゆえ、上記構成は、人間の眼の視感度が相対的に高い波長領域である波長500~600nmの光の反射を抑制できるため、人間がより暗く感じる事が可能となり、良好な暗表示を実現

できるという効果を奏する。

【0106】本発明の請求項3記載の反射型液晶表示素子は、以上のように、請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、液晶組成物に印加される電圧が、液晶複合体の実効リタデーションが350nm以下となるように調整されている構成である。それゆえ、上記構成は、入射光が旋光性を示すことを回避でき、良好な暗状態表示を得ることができるという効果を奏する。

【0107】本発明の請求項4記載の反射型液晶表示素子は、以上のように、請求項1に記載の反射型液晶表示素子において、液晶組成物に印加される電圧が、0.5~20Vの範囲内である構成である。それゆえ、上記構成は、明るい明状態表示と良好な暗状態表示とをより確実に両立でき、コントラスト比をより確実に向上できるという効果を奏する。

【0108】本発明の請求項5記載の反射型液晶表示素子は、以上のように、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子において、偏光子と第1絶縁性基板との間に配置された光学的に一軸性である第1位相差板をさらに備える構成である。

【0109】それゆえ、上記構成では、偏光子を通過することで直線偏光となって入射した光が、一軸性の第1位相差板と、高分子液晶および液晶を含む液晶複合体とを通過することで円偏光となった後、光反射膜によって反射される。反射された光は、再度高分子液晶および液晶を含む液晶複合体と、一軸性の第1位相差板とを通過することで偏光子の透過軸と90°の角度をなす偏波面を持つ直線偏光となる。この直線偏光は、偏光子を通過しないため、上記構成は、より良好な暗表示を実現できるという効果を奏する。

【0110】本発明の請求項6記載の反射型液晶表示素子は、以上のように、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の反射型液晶表示素子において、偏光子と第1絶縁性基板との間に配置された250~290nmの範囲内の位相差値を有する第2位相差板と、第2位相差板と第1絶縁性基板との間に配置された115~155nmの範囲内の位相差値を有する第3位相差板とをさらに備える構成である。それゆえ、上記構成は、光の利用効率を向上でき、さらに明るい表示を実現できるという効果を奏する。

【0111】本発明の請求項7記載の反射型液晶表示素子の製造方法は、以上のように、第1絶縁性基板と第2絶縁性基板とを互いに離間して設け、第1絶縁性基板上に透明電極を形成し、光を反射するための光反射膜を第2絶縁性基板上に形成し、第1絶縁性基板の外側に偏光子を配置し、重合性液晶と液晶とを含む液晶組成物を第1絶縁性基板と第2絶縁性基板との間に挟持し、重合性液晶と液晶とを同じ方向にねじれ配向させた後、フレデリクス転移を起こしうる電圧を液晶組成物に印加することにより液晶組成物の実効リタデーションを低下させた

状態にて、重合性液晶を重合させることにより液晶から相分離させる方法である。

【0112】上記方法では、大きな屈折率異方性を持つ液晶および重合性液晶を用いて実効リタレーションが低い液晶複合体を有する反射型液晶表示素子を製造することができる。それゆえ、上記方法は、明るい明状態表示と良好な暗状態表示との両立を実現できる高コントラスト比の反射型液晶表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る反射型液晶表示素子の実施の一形態を示す部分断面図である。

【図2】図1に示す反射型液晶表示素子における、偏光子、位相差板、および液晶複合体層の絶縁性基板に対する光学的な配置を光入射側（観察者側）から見た様子を示す図である。

【図3】図1に示す反射型液晶表示素子において、硬化・相分離時に液晶組成物に印加する電圧を変化させたときの550nmの波長の光に対する反射率の変化をシュミレーションした結果を示すグラフである。

【図4】図1に示す反射型液晶表示素子において、硬化・相分離時に液晶組成物に2.3Vの電圧を印加した場合の反射光の波長分散特性のシュミレーション結果を、硬化・相分離時に液晶組成物に電圧を印加しない場合の反射光の波長分散特性のシュミレーション結果とともに示すグラフである。

【図5】反射型液晶表示素子の電気光学特性の測定を行うための測定システムを示す概略斜視図である。

【図6】図1に示す反射型液晶表示素子における方位角方向の反射特性を示すグラフである。

【図7】図1に示す反射型液晶表示素子における受光角（極角）方向の反射特性を示すグラフである。

【図8】図1に示す反射型液晶表示素子において最も明るくなる方位角および受光角に設定したときの電圧－反射ゲイン特性を示すグラフである。

【図9】本発明に係る反射型液晶表示素子の他の実施形態を示す部分断面図である。

【図10】図9に示す反射型液晶表示素子における、偏

光子、位相差板、および液晶複合体層の絶縁性基板に対する光学的な配置を光照射側（観察者側）から見た様子を示す図である。

【図11】図9に示す反射型液晶表示素子において、硬化・相分離時に液晶組成物に印加する電圧を変化させたときの550nmの波長の光に対する反射率の変化をシュミレーションした結果を示すグラフである。

【図12】図9に示す反射型液晶表示素子において、硬化・相分離時に液晶組成物に2.5Vの電圧を印加した場合の反射光の波長分散特性のシュミレーション結果を、硬化・相分離時に液晶組成物に電圧を印加しない場合の反射光の波長分散特性のシュミレーション結果とともに示すグラフである。

【図13】図9に示す反射型液晶表示素子における方位角方向の反射特性を示すグラフである。

【図14】図9に示す反射型液晶表示素子における受光角（極角）方向の反射特性を示すグラフである。

【図15】図9に示す反射型液晶表示素子において最も明るくなる方位角および受光角に設定したときの電圧－反射ゲイン特性を示すグラフである。

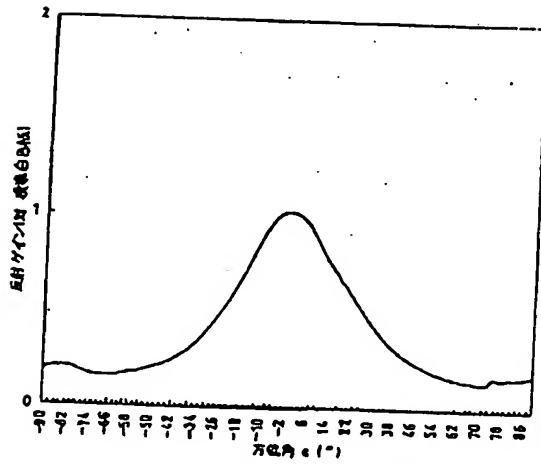
【図16】本発明に係る反射型液晶表示素子において、液晶分子と紫外線硬化性液晶材料とを相分離させる際に電圧を印加しなかった場合に得られる比較用の反射型液晶表示素子を示す部分断面図である。

【符号の説明】

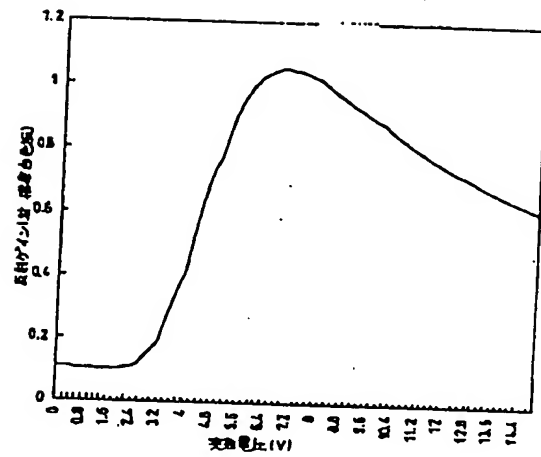
- 1 絶縁性基板（第1絶縁性基板）
- 2 絶縁性基板（第2絶縁性基板）
- 3 偏光子
- 4 液晶複合体層（液晶複合体）
- 4a 液晶分子（液晶）
- 4b 高分子液晶
- 5 位相差板（第1位相差板）
- 6 透明電極膜（透明電極）
- 8 光反射膜
- 10 反射型液晶表示素子
- 14 位相差板（第2位相差板）
- 15 位相差板（第3位相差板）
- 30 反射型液晶表示素子



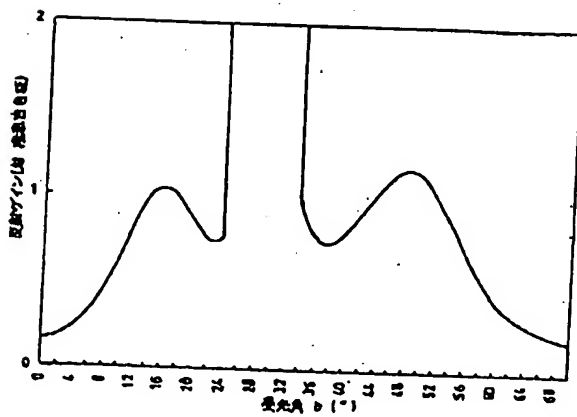
【例 6】



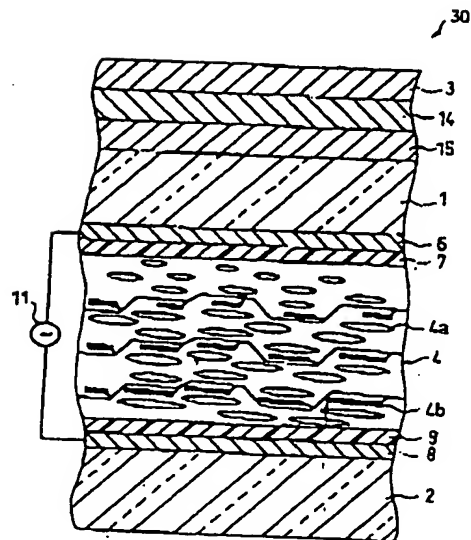
【例 8】



【例7】

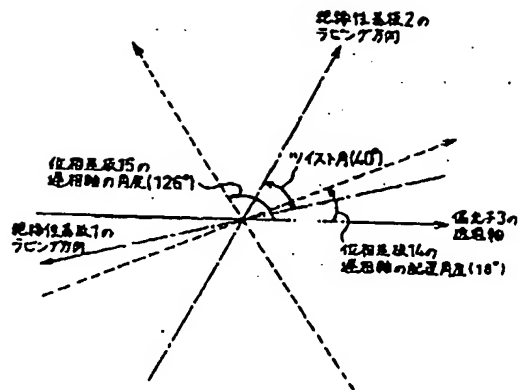


【例 9】

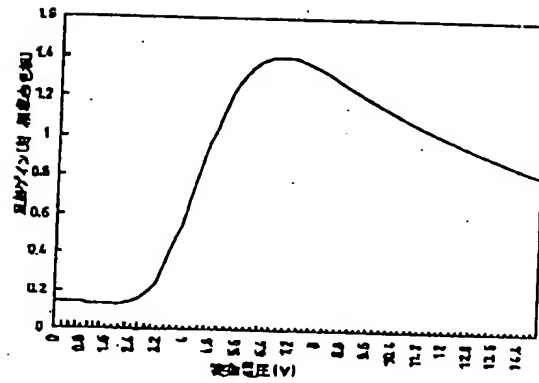




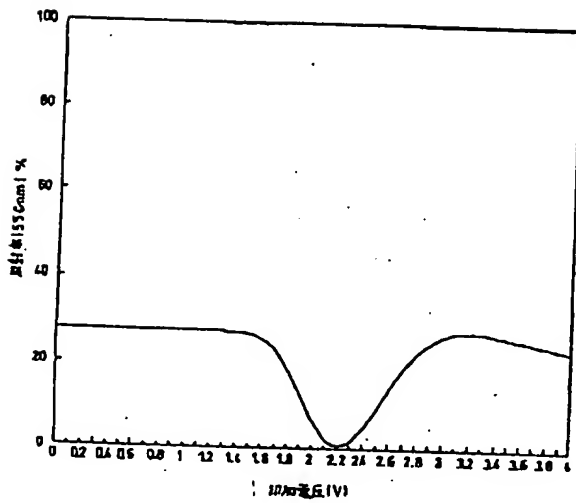
【図10】



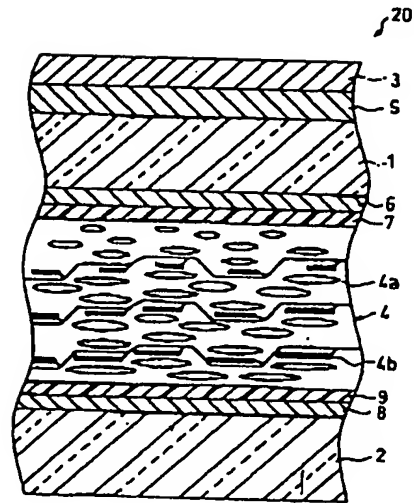
【図15】



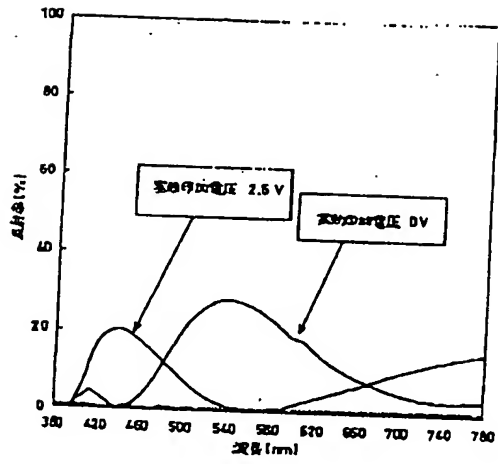
【図11】



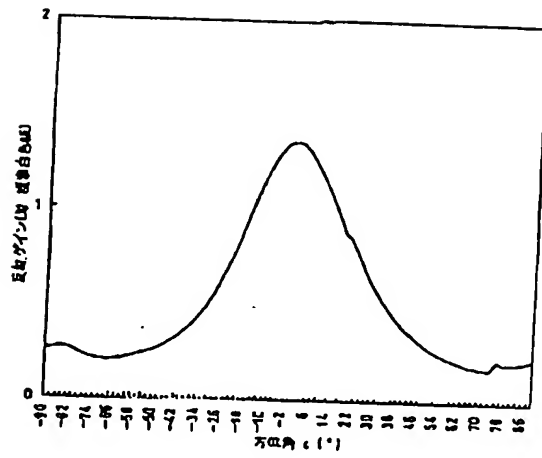
【図16】



【図12】



【図13】



【図14】

